

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-201959  
 (43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.CI. H01L 21/68  
 B23Q 3/15

(21)Application number : 06-231490	(71)Applicant : INTERNATL BUSINESS MACH CORP <IBM>
(22)Date of filing : 27.09.1994	(72)Inventor : BARNES MICHAEL S KELLER JOHN HOWARD LOGAN JOSEPH S TOMPKINS ROBERT E WESTERFIELD JR ROBERT P

(30)Priority

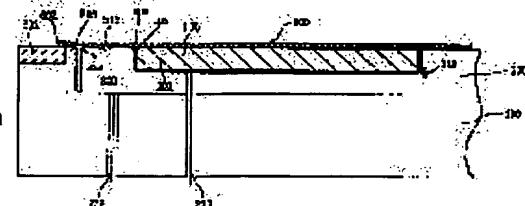
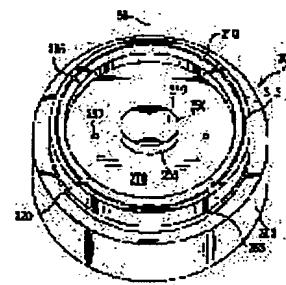
Priority number : 93 169932 Priority date : 20.12.1993 Priority country : US

## (54) ELECTROSTATIC CHUCK DEVICE

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To suppress the formation of vacuum arcs between the back of a wafer in the middle of a process and an electrostatic chuck main body by laying a conductive protection circle floating near self-bias potential, introduced by plasma on the wafer.

**CONSTITUTION:** A circular path 515 extends to the periphery of the outer part of a top face in an electrode 200 and forms a gas supply groove. A protective film 300 facing downward has a thin conductive member 265 having the top face which is flush with the top face 210 of a grasping electrode. A base part 260 is insulated from the electrode 200, and it floats by coupling capacity to a potential approximated to the wafer potential. A wafer 600 is brought into contact with plasma, and therefore it is in self-bias potential which is much lower than the time-averaged plasma potential. Namely, the time-averaged potential on the wafer is typically much smaller than ground potential. Thus, the protective film establishes an equipotential region, which is equal to the potential of a work piece between the work piece and an outer electrode.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 27.09.1994  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]  
[Patent number] 2610112  
[Date of registration] 13.02.1997  
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-201959

(43)公開日 平成7年(1995)8月4日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号 廣内整理番号

F I

技術表示箇所

H 01 L 21/68

R

B 23 Q 3/15

D

審査請求 有 請求項の数12 OL (全10頁)

(21)出願番号 特願平6-231490

(22)出願日 平成6年(1994)9月27日

(31)優先権主張番号 169932

(32)優先日 1993年12月20日

(33)優先権主張国 米国(US)

(71)出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレイション  
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク(番地なし)

(72)発明者 マイケル・スコット・バーンズ  
アメリカ合衆国94109カリフォルニア州サンフランシスコ、カリフォルニア・ストリート1350

(74)代理人 弁理士 合田 漢(外2名)

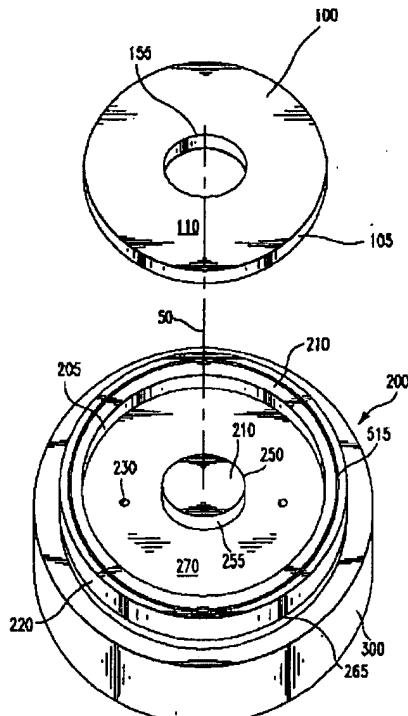
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 静電チャック装置

(57)【要約】

【目的】 ワークピースと電極との間の静電引力によりワークピースを支持する静電チャック装置を提供する。

【構成】 ウェーハ上のプラズマによって誘導された自己バイアス電位に近くにおいて浮動する導電性の保護環を介在させ、ウェーハと、それに最も近い電極との間の電圧を容量分割する。そうすることにより、静電チャックが、プロセス中のウェーハの背面と静電チャック本体との間に真空アークが形成されるのを抑制する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 真空環境で DC 電位の静電引力により、ワークピース半径を有するワークピースを保持する静電チャック装置であって、ハード・コートのアルミナでコーティングした少なくとも 2 つの円転対称な同心円のアルミニウム電極を有し、該電極が合わさって 1 つの平坦なクランプ平面を形成し、上記アルミニウム電極の少なくとも 1 つがその中にガス供給手段を備えており、さらに該装置において、

上記の少なくとも 2 つの電極の外側の電極が上記ワークピース半径よりも保護環のはばだけ小さい外側半径の電極を有し、

上記外側電極が、上記ワークピースより張り出し部分だけ小さい外側半径を有する導電性保護環で囲まれ、上記保護環は、その頂面が上記クランプ平面と実質的に同一平面にあり、上記外側電極から絶縁層分離され、且つ上記外側電極および上記ワークピースに容量結合しており、それにより、上記保護環は、上記ワークピースの電位に実質的に等しい等電位領域を上記ワークピースと上記外側電極との間に確立することにより、上記ワークピースおよび上記外側電極の間の真空アーケを抑制するようにしたことを特徴とする静電チャック装置。

【請求項 2】 RF 電力が、上記の少なくとも 2 つのアルミニウム電極に供給され該電極から上記ワークピースに結合され、且つ該 RF 電力が上記保護環に容量結合され、そこから上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、請求項 1 に記載の静電チャック装置。

【請求項 3】 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、請求項 2 に記載の静電チャック装置。

【請求項 4】 上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも 1 つの界面を有し、RF 電力が上記両電極に直接接続され、該 RF 電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする、請求項 3 に記載の静電チャック装置。

【請求項 5】 ガスが、上記外側電極の上記頂面の上の配給溝から半径に沿って外側に向かい上記ワークピースおよび上記保護環の間を流れることをさらに特徴とする請求項 1 に記載の静電チャック装置。

【請求項 6】 RF 電力が、上記の少なくとも 2 つのアルミニウム電極に供給され、該電極から上記ワークピースに結合され、且つ上記 RF 電力が上記保護環に容量結

合され、そこから、上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、請求項 5 に記載の静電チャック装置。

【請求項 7】 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、請求項 6 に記載の静電チャック装置。

【請求項 8】 上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも 1 つの界面を有し、RF 電力が上記両電極に直接接続され、RF 電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、

上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする、請求項 7 に記載の静電チャック装置。

【請求項 9】 真空環境で DC 電位の静電引力により、ワークピース半径を有するワークピースを保持する静電チャック装置であって、ハード・コートのアルミナでコーティングした少なくとも 2 つの円転対称な同心円のアルミニウム電極を有し、該電極が合わさって 1 つの平坦なクランプ平面を形成し、上記アルミニウム電極の少なくとも 1 つがその中にガス供給手段を備えており、さらに該装置において、

上記の少なくとも 2 つの電極の外側の電極が上記ワークピース半径よりも保護環のはばだけ小さい外側半径の電極を有し、

上記外側電極が、上記ワークピースより張り出し部分だけ小さい外側半径を有する導電性保護環で囲まれ、上記保護環は、その頂面が上記クランプ平面と実質的に同一平面にあって上記外側電極から絶縁層分離され、

上記導電性保護環が該保護環から延びプラズマに露出している少なくとも 1 つの感知ピンを有して上記保護環を上記プラズマ電位に高め、それにより、上記保護環は、上記プラズマ電位に実質的に等しい等電位領域を上記ワークピースおよび上記外側電極の間に確立することにより、上記ワークピースおよび上記外側電極の間の真空アーケを抑制するようにしたことを特徴とする静電チャック装置。

【請求項 10】 RF 電力が、上記の少なくとも 2 つのアルミニウム電極に供給され該電極から上記ワークピースに結合され、且つ該 RF 電力が上記保護環に容量結合され、そこから上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、請求項 9 に記載の静電チャック装置。

【請求項 11】 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を

有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、請求項10に記載の静電チャック装置。

【請求項12】上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも1つの界面を有し、R F電力が上記両電極に直接接続され、該R F電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、  
上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする請求項11に記載の静電チャック装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は静電チャックに関し、具体的には、ワークピースと静電チャックの1つまたは複数の電極との間の静電引力により、ワークピースを支持する装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】静電チャックに関しては、過去10年の間に、広範囲にわたる仕事がなされてきた。1つの例は米国特許第5,055,964号に記載されているものである。

【0003】電流を切ってもクランプ力が持続するという従来技術での問題を避けるのに使用できるチャックについては、米国特許第5,103,367号に記載されている。このチャックは交流を使って誘電体の分極を防いでいる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】本発明による静電チャックにより、処理中のウェーハの背面と静電チャック本体の間に真空アーケが形成されるのを抑制できるようする。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述の真空アーケ形成の抑制は、ウェーハ上のプラズマによって誘導される自己バイアス電位の近くで導電性の保護環を介在させ、これにより、最も近い電極とウェーハとの間に等電位領域を画定し、その電極とウェーハとの間の電圧を容量分割することにより行う。

【0006】

【実施例】図1に、双極の、すなわち、分割された電極を持つ静電チャックの分解図を示す。チャックのより大きな部分、すなわち基部電極200は機械加工によりつくられた電極凹部270を持ち、第2の電極すなわち環状電極100を保持する。チャックを明瞭に示すために、環状電極100が軸50に沿って配置されている様子を図示してある。基部電極200は高くなった中央ハブ250を持ち、基部電極200の環状の縁220と共に頂面210を形成している。公知のように、ワークピースの下部表面上の誘導電荷による静電引力、並びに、

電極100および200によって形成されたキャバシタからワークピースまで延びる外縁電界により、双極チャックは半導体ウェーハあるいはその他のワークピースを頂面210に引きつける。

【0007】図1に示すように、環状電極100は内側に垂直表面155を持ち、対応する中央ハブ250の垂直表面255と組み合わせると、両垂直表面の間に内側の凹部ギャップができる。同様に、相対応する外側表面105と205により、外側の凹部ギャップができる。一貫性のあるクランプ力が持てるように、これらのギャップを高い精度で画定でき、繰り返し作れることが重要である。電極凹部270の底部には2つの開口230があり、ピンを下からこの開口を通して環状電極100を持ち上げ、頂面110が基部電極200の頂面210と同一平面になるようにする。環状電極100の最初の厚さは、凹部270の底部（酸化された凹部の深さ）と環状電極100の底部（即ち環状電極100の酸化された厚さが持てるような）との間に、公称厚みが0.0254mm(0.001インチ)から0.0762mm(0.003インチ)、典型的には0.0508mm(0.002インチ)の結合ギャップができるように作られる。

【0008】絶縁の主な要件としては、ハード・コートの陽極酸化、アルミナ、あるいは、他の絶縁体にかかわらず、コーティングが可能な限り非多孔性であって、それにより、絶縁体の破壊電圧が可能な限り高くなるものでなければならない。絶縁破壊電圧が高くなればなるほど両電極間のギャップが小さくなり得る。絶縁破壊電圧は0.0254mm(0.001インチ)あたり少なくとも500ボルトあることが望ましい。絶縁体102と202を適用して最終的な厚さを0.0508mm(0.002インチ)にすることが望ましい。この用途では、多孔度が重要である。プラズマが小孔を通り電極に接触する可能性があると、プラズマを介してアーケができるか、電極がプラズマ電位に至り、その電極を引き離すことが起こり得る。

【0009】環状通路515が電極200の頂面210の外側部分の周囲に延びてガス配給溝を形成し、ガス（例えばヘリウム）を両電極の頂面とウェーハの背面のすき間に供給し、機械的な接触よりも大きな熱伝導が2つの表面の間に与えられるようにしている。当業者には明らかなように、チャックとウェーハの間の圧力を、チャンバの公称圧力(0.5m Torr~2 Torr)よりはるかに大きな公称値（例えば10Torr）に保持する方法は、環状通路515と周囲の真空との間の短い通路という障害物「インピーダンス」を介して外側に向けてガスを流す方法である。環状通路515の内側の圧力は、オームの法則にならって表現すれば、ウェーハと基部電極200との間に非常に狭い通り道というインピーダンスに流れを掛けた値に等しい。したがって、表面の粗さ、およびチャックとウェーハ600（図2参照）との間の引力によってきまる「インピーダンス」が与えられたとき、所望

40 明らかのように、チャックとウェーハの間の圧力を、チャンバの公称圧力(0.5m Torr~2 Torr)よりはるかに大きな公称値（例えば10Torr）に保持する方法は、環状通路515と周囲の真空との間の短い通路という障害物「インピーダンス」を介して外側に向けてガスを流す方法である。環状通路515の内側の圧力は、オームの法則にならって表現すれば、ウェーハと基部電極200との間に非常に狭い通り道というインピーダンスに流れを掛けた値に等しい。したがって、表面の粗さ、およびチャックとウェーハ600（図2参照）との間の引力によってきまる「インピーダンス」が与えられたとき、所望

の範囲の圧力を保つのに十分な所定のガス量を流すことが重要であることがわかる。

【0010】下方に向いている保護環300は、把持電極の頂面210と同一平面になる頂面を有する薄い導電性部材265を持っている。また、保護環300は環状の電界形成環302(図2参照)を持っていて、チャックからワークピースの外側のプラズマに放射状に通じる外縁の無線周波数(以下RFと略す)電界を形成する役をしている。

【0011】図2に、チャックの電極100および200が浮動基部260によって囲まれた、本発明の実施例の1部の断面図を、部分的に描写図、部分的に図式図で示す。チャックは対称的であるので、1面のみ示してある。基部260は電極200から絶縁され、ウェーハ電位に近い電位 $V_{bb}$ に容量結合することにより浮動している。ウェーハ600はプラズマと接触し、したがって、時平均で、プラズマ電位 $V_p$ よりも低い自己バイアス電位 $V_b$ にある。基部の正確な電圧は具体的な装置の詳細な寸法と形状に依存する。プラズマ内で電子雲を保つために、時平均プラズマ電位は装置内で常に最高である。真空チャンバの壁は通常接地され、チャックの電圧は、プラズマと壁との間の壁のキャパシタンス、および、プラズマとウェーハとの間のウェーハのキャパシタンスの比に依存した中間的な電圧を持つ。チャックは壁よりもはるかに小さく、2つのキャパシタを介したRF電流は等しくなければならないから、プラズマとチャックの間の空間電荷層での電圧降下は、壁の空間電荷層での電圧降下よりもはるかに大きくなければならない。

(例えばLam Research model 4520のような極めて対称的な構造を持つチャンバでは、 $V_b$ は殆どゼロになることがある。) したがって、ウェーハ上の時平均電圧 $V_b$ (前面、背面ともに実質的に等しくなる)は、典型的には接地電圧より小さい。

【0012】チャックの2つの電極は、 $V_b$ の上および下のある電位でバイアスされる。電極をバイアスするには、予備的試験または計算をしてバイアス値を決めて行うか、実時間でプラズマ電圧を測り、その測定された電圧に関してバイアスするか、どちらかにより行える。

【0013】図2の左側にDC電圧とRF電力の電気的接続を示す。DC電圧は公称600ボルトであり、電極200と100の間に印加される。用途により、電圧は殆ど0ボルトから約800ボルトまでの間の広い範囲にわたる。RF接続は、直徑200mmのチャックに対し、13.56MHzで公称1000ワットである。RF周波数と電力は、チャックを載せるチャンバの製造者によって決められ、エッティング・ガスのタイプ、エッティングされる物質、ウェーハの大きさ、およびチャンバの大きさによって変わる。RF電力はゼネレータ630から、2つのボックス610と620に供給される。ボックス610と620はそれぞれ電極200と100に接続された、通

常のインピーダンス整合と電力配給のサブ装置を表す。通常のDC電源235は、図3に示すように低域通過フィルタによって分離されていて、DCバイアスを供給する。当業者には明らかなように、RF電力は、電極200の上方でプラズマに結合されている電力と、電極100の上方でプラズマに結合されている電力との間の平衡をとるために、いくつかの異なる点に供給することができる。例えば、電極200に単一の供給を行い、ギャップ112を介して電極100に容量結合をする方法、あるいは、電極のどちらか一方に直接接続させ、電極のもう1つにはインピーダンス整合および電力平衡装置を接続させる方法、あるいは、電極200および/または電極100をいくつかの点で接続する方法がある。RF電力の供給を、電極200と電極100の間の余分なキャパシタンスを補償し、プラズマの中に結合された電力を2つの電極にとって等しくするために使うか、あるいは、供給を意図的に不均衡にして、チャンバの寸法のちがいの効果を補償し、ある部分により大きい電力を供給してエッティングの均一性を保つようにすることもできる。

【0014】図2に示した実施例では、浮動保護環265は薄い誘電物質のコーティング(電極100および200をコーティングしているのと同じアルミナでコーティングすることが望ましい)によって、プラズマ、電極200、ウェーハ600、および、プラズマに蓄えられたエネルギーから絶縁されている。保護環265は $V_b$ に近い電位にある。典型的な装置では、時平均プラズマ電圧は+100V、対応するウェーハ電位(自己バイアス電位)はマイナス300V、電極100および200は0Vおよびマイナス600Vとができる。

【0015】基部260の垂直部分において、保護環265がない場合には、電極200の角222およびウェーハ600の角602における高い電界によって引き起こされる真空アーク(電極200、および、ウェーハ600またはプラズマの間の真空を介してのアーク放電)が存在する。プラズマは電子に富み、電極200上のアルミナ絶縁は多孔性であるので、電子が小孔を通してアルミニウム電極の表面に浸透し放電開始を起こり易くなる。熱電子の放射と瞬間電界が放電の発生に寄与する。保護環265の主たる目的は、両電極の周辺において等電位になる中間領域を作ることによって、ウェーハ600の背面の角、および/または、角領域のプラズマと電極200との間の放電を防ぐことにある。これができるのは、保護環265が導電性であり、電極200と保護環265( $V_b$ の値または $V_b$ に近い値を持つ)との間のキャパシタンスにかかる電位を降下させ、放電が起こる可能性を減らし、電極の角と表面の間の通り道を物理的に遮断することにより、放電を起こす電子が流れないようにできるからである。

【0016】さらに基部260の保護環265は、ウェ

一ハ600の底部とその垂直距離が近く（名目的には接触している）、したがって、電極200に接触するプラズマの量を減らし、電極200の寿命を延ばす。熱伝導ガスが、環状通路515から保護環265とウェーハ600との間の非常に狭い空間を通って真空に向けて流れ出るので、当業者が予測するように、通常、ガス放電装置の中で起こるよう、ガスが電子とイオンの源になり、その領域での絶縁破壊の危険を増すはたらきをする。

【0017】この配列には、電極200と保護環265の間に生ずる第2のキャバシタにより、保護環265の上方部分でのウェーハ600へのRF結合が、電極200の上方でのRF結合にくらべて減少するという欠点がある。さらに、ウェーハ600が保護環265の全領域に延び、また、誘電物質の電界形成環302の上方にウェーハ600が意図的に張り出しているので、この部分でのRF電力がさらに減少する。この張り出し部は保護環265のプラズマへの露出を減少させるが、結合が減るという犠牲を伴う。具体化として望ましいのは、保護環265の幅は1~1.5mmで、電界形成環302上方のウェーハ600の張り出しあは2mmである。さらに、電界形成環302は外縁RF電界がプラズマの中に流れるように形作るはたらきをするので、ウェーハの縁でのエッチングの均一性が向上する。電界形成環302に適した物質はアルミナまたは石英である。電界形成環302の水平方向の寸法は、接地電位あるいは他の低い電位からのオフセットを供することによってウェーハの上方の電界を形作るように定められ、そうすることにより、ウェーハ上方の電界が、エッチングされる表面に対して垂直になるようになる。電界形成環302の厚さは、電界形成環302上方でのプラズマへの結合をウェーハ600上方での結合にくらべて減らし、したがって、その領域でのプラズマが弱く励起され、電界形成環302が非常にゆっくりエッチングされるように定められる。電界形成環の物質は腐食しにくいということのみでなく、プロセス中に、電界形成環をエッチングした結果の反応生成物が非干渉性であるということによって選ばれる。周波数に依存するウェーハの導電性に起因して、周波数依存の結合がウェーハのエッジ部に存在する。 $10^{13}/\text{cm}^3$  のドーパント濃度を有する程度に軽くドープされた典型的な基板では、ウェーハは400KHzで非常に高いRF導電率を持ち、13.5MHzでは中程度の導電率を持ち、40MHzでは低い導電率を持つ。

【0018】図4にバイアスを制御する方法を示す。図3に示したようにDC電源235により電極100および200がバイアスされ、RFがゼネレータ630から通常の整合網615を介して供給される。結合キャバシタ619およびダイオード618が、低域通過フィルタ237を介して、モニタリング目的のための少量の電力を、抵抗鎖613にわたす。抵抗鎖の上のタップがDC

電源235に基準を供給し、電極100および200がその基準に関してバイアスされる。抵抗鎖613のR1およびR2の比は、必要に応じて対称あるいは非対称形で、所望のバイアスを供給できるように、最初の較正の間に経験的にセットされる。

【0019】図5に、感知ピン262がプラズマに露出され、また、基部260と接触し、それにより、基部260が自己バイアス電位になっている別の実施例を示す。感知ピン262は、プラズマの化学的特性により、黒鉛、ドープされたSiあるいはSiC等の腐食しにくい物質で作られる。感知ピン262はプラズマ電位を渡すだけで少量の電流しか使わないので、導電性が高くななくてもよい。感知ピン262は用途に応じ、都合のよい数だけ使うことができる。DCとRF電力の接続は、図2に示したように行われる。

【0020】図6に電極100および200がV<sub>bb</sub>に関してバイアスされる本発明のもう1つの実施例を示す。図6の左側に示すように、誘電性の環300が、プラズマと接触している導電性要素310を通して1つまたは複数のホールを持っている。導電性要素310は、プラズマの化学的特性により、黒鉛、ドープしたSiあるいはSiC等の腐食しにくい物質でつくるのが望ましい。導電性要素310は、V<sub>bb</sub>を渡すだけで少量の電流しか使わないので、導電性が高くななくてもよい。誘電性の環300の物質はアルミナ、石英、あるいは他の耐久性のある誘電物質でよい。バイアス源235が、V<sub>bb</sub>に関して対称的に、電極100および200をバイアスするように参照されている。1つの例では、プラズマ電圧は+100V、ウェーハ600上の自己バイアス電圧はマイナス300V、電極100と200の間の電圧は600V、電極100と200の上の電圧はそれぞれ0Vとマイナス600Vである。あるプロセスでは、プロセス中にV<sub>bb</sub>が変動し得るので、バイアスが自動参照および自動調整できることは本発明の優れた特徴である。当業者には明らかなように、バイアス電圧は必要に応じ非対称にすることもできる。例えば、縁の上のガス封印は電圧の関数であるので、ある用途においては、縁の上の電圧を高めることが有利な場合がある。当業者には明らかなように、図5に示した実施例を使用して、プラズマ基準を供給することもできる。

【0021】図6の右側に、電極100および200が電気的に結合されていない別の実施例を示す。この実施例では、絶縁環111（実施例として、アルミナ、窒化硼素、または比較的高い熱特性を持つ他の絶縁体で形成されている）が、両電極の結合を解くのに十分な垂直方向の厚さを持っている。実施例の200mmのチャックに対しては、両電極間のキャバシタンスは500pF以下であることが望ましい。絶縁環111の形状は単純な環状ではなく、半径の内側の部分が高い形状のものである。コストをかけてもこのような方法を採用する理由は、電極1

00と200の間のキャパシタンスを減じ、RF電力配分を調整するためである。

【0022】両電極間の半径方向のギャップは、ワーカビースをよく抱むための外縁電界を強くするために比較的小さく(0.508mm(0.020インチ))すべきであるが、ギャップを小さくするとキャパシタンスが増える。絶縁環111が表面まで延びていないのは、外縁電界からの上述の制約と、セラミックの熱伝導率がアルミニウムの熱伝導率よりはるかに小さいという理由による。したがって、セラミックが表面まで延びている場合には、半径方向に温度の不連続が起こり得る。当業者には明らかなように、最終的な寸法は、結合されたRF電力の半径方向の差異、温度差、および、ウェーハのクランプ力に対するプロセスの感度を含む、通常の工学上のトレードオフに依存する。この実施例では、絶縁環111の厚さは主部分で3.175mm(0.125インチ)の厚さ、内側部分で8.636mm(0.340インチ)の厚さであった。電極100の内径での公称の厚さは3.175mm(0.125インチ)であった。

【0023】この実施例では、図1の実施例で示した外側の縁210を欠いており、ガスを供給する環状通路515は電極100の中にあることに留意されたい。この実施例は、図5に示したものと同様の保護環300も持っている。また、図6の左側に示したような感知電極310も使うことができる。

【0024】図6のボックス615は図7に示す結合回路を表している。DC電源635はRFチョークにより分離され、通常の方法でグラウンドに容量分路され、電極100および200に、容量結合器と共に並列に接続されている。容量結合器には、小さな固定キャパシタC2が可変キャパシタC3と並列になっている。可変キャパシタC3は、電極200の上のプラズマとは異なる影響を電極100の上のプラズマに与えるチャンバの形状を反映した非均一な電界によって起こされるプラズマ生成の半径方向の変動を調整し補償するために使用される。周波数に依存したウェーハの導電率により、この装置はより高い周波数においてより良く機能する。

【0025】米国特許第4,554,611号に記載されているような従来の技術のチャックにおいては、初期のチャックに使われた非常に高い電圧と誘電物質により誘電物質中の移動イオンが捕獲され誘電物質が分極するので、誘電物質とウェーハとを組み合わせると、ウェーハをはずす前にDC引力電圧を切った後、かなりの減衰時間があった。米国特許第5,103,367号に記載の装置では、引きつけ合う電極間にAC励振を使用して電界を繰り返しせどに戻し、存在する可能性のある移動イオンによる執拗な分極形成を阻止することにより、上記の問題を軽減している。本発明にAC励振を使用した場合には、ガス圧力からの力の平衡をとっている値以下に電圧が下降した時に、冷却ガスの圧力によって、ウェーハがチャックからはじけあがってしまう。ウェーハを200mmとしガス圧

力を10 Torrとした場合、ガス圧力の平衡をとるのに必要な電圧は200~300Vである。

【0026】本発明の装置においては、クランプ力の保持が問題ではなく、より大きな関心事は、両電極とウェーハの間の誘電体の絶縁破壊である。本発明で使用される非常に薄い誘電体では、誘電体の厚さと絶縁破壊の危険性との間に微妙なバランスがある。公知のように、クランプ力は $(V/d)^2$ に比例する。ここでVは電圧であり、dは誘電体の厚さである。したがって、厚さを2倍にし、同じクランプ力を維持し絶縁破壊抵抗を増さないようにするには、電圧も2倍にしなければならない。技術の教示することに反し、RF電圧とクランプ力電圧を組み合わせると、ウェーハと電極の間に誘電体の絶縁破壊が起き得ることがわかっている。従来の技術、すなわち、非常に高い電圧とそれに対応する強い誘電体を使うか、また、RFを使ったとしてもクランプ力電圧と同じ絶縁領域を介してRFを供給しない装置では、問題にならなかった。

【0027】当業者には明らかなように、RF電圧がDCクランプ力電圧に重ねられるので、ハード・コート絶縁上の応力は周波数に依存する。ある用途においては、電極とウェーハとの間のキャパシタンスにかかるRF電圧( $\propto 1/\omega C$ )は、DCクランプ力電圧に加わると、絶縁体の破壊電圧を超えることがある。この危険性が最も高いのは、プラズマが400KHzで励振される周波数の低い装置(例えばLam System 4520)においてである。本発明を使用した装置において、例えば、基部とウェーハの間のキャパシタンスが約6,000pFである場合、400KHzのRF電圧信号と公称2~3AのRF電流により、絶縁体にかかる200~400VのRF電圧が作られる。

【0028】前述の米国特許第5,103,367号は、本発明とは根本的に異なる、1つの望ましいRF実施例を教示している。図8において、RF適用の望ましい実施例として薄膜絶縁体が開示されている。RFがどのようにチャックを通してプラズマの中に供給されるか、すなわち、電極との直接接触を通してか、あるいは、RF参照電極を介しての容量結合によるのか、については何も教示していない。また、上記の米国特許の装置においては、ウェーハの外側のRF参照電極の広範な領域があることにより、ウェーハの上方よりもウェーハの外側でプラズマがより強く励振されることを意味し、これは、RF参照電極の腐食を大きく増し、エッティング工程に干渉をするという不都合な点がある。

【0029】まとめとして、本発明の構成に関して以下の事項を開示する。

(1) 真空環境でDC電位の静電引力により、ワーカビース半径を有するワーカビースを保持する静電チャック装置であって、ハード・コートのアルミナでコーティングした少なくとも2つの円転対称な同心円のアルミニウ

ム電極を有し、該電極が合わさって1つの平坦なクランプ平面を形成し、上記アルミニウム電極の少なくとも1つがその中にガス供給手段を備えており、さらに該装置において、上記の少なくとも2つの電極の外側の電極が上記ワークピース半径よりも保護環のはばだけ小さい外側半径の電極を有し、上記外側電極が、上記ワークピースより張り出し部分だけ小さい外側半径を有する導電性保護環で囲まれ、上記保護環は、その頂面が上記クランプ平面と実質的に同一平面にあり、上記外側電極から絶縁層分離され、且つ上記外側電極および上記ワークピースに容量結合しており、それにより、上記保護環は、上記ワークピースの電位に実質的に等しい等電位領域を上記ワークピースと上記外側電極との間に確立することにより、上記ワークピースおよび上記外側電極の間の真空アーケを抑制するようにしたことを特徴とする静電チャック装置。ここで、上記保護環のはばとは、保護環のワークピースに対向している面における半径方向の距離をいう。

(2) R F 電力が、上記の少なくとも2つのアルミニウム電極に供給され該電極から上記ワークピースに結合され、且つ該R F 電力が上記保護環に容量結合され、そこから上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、上記(1)に記載の静電チャック装置。

(3) 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、上記(2)に記載の静電チャック装置。

(4) 上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも1つの界面を有し、R F 電力が上記両電極に直接接続され、該R F 電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする、上記(3)に記載の静電チャック装置。

(5) ガスが、上記外側電極の上記頂面の上の配給溝から半径に沿って外側に向かい上記ワークピースおよび上記保護環の間を流れることをさらに特徴とする、上記(1)に記載の静電チャック装置。

(6) R F 電力が、上記の少なくとも2つのアルミニウム電極に供給され、該電極から上記ワークピースに結合され、且つ上記R F 電力が上記保護環に容量結合され、そこから、上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、上記(5)に記載の静電チャック装置。

(7) 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径

に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、上記(6)に記載の静電チャック装置。

10 (8) 上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも1つの界面を有し、R F 電力が上記両電極に直接接続され、R F 電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする、上記(7)に記載の静電チャック装置。

20 (9) 真空環境でDC電位の静電引力により、ワークピース半径を有するワークピースを保持する静電チャック装置であって、ハード・コートのアルミナでコーティングした少なくとも2つの円転対称な同心円のアルミニウム電極を有し、該電極が合わさって1つの平坦なクランプ平面を形成し、上記アルミニウム電極の少なくとも1つがその中にガス供給手段を備えており、さらに該装置において、上記の少なくとも2つの電極の外側の電極が上記ワークピース半径よりも保護環のはばだけ小さい外側半径の電極を有し、上記外側電極が、上記ワークピースより張り出し部分だけ小さい外側半径を有する導電性保護環で囲まれ、上記保護環は、その頂面が上記クランプ平面と実質的に同一平面にあって上記外側電極から絶縁層分離され、上記導電性保護環が該保護環から伸びてプラズマに露出している少なくとも1つの感知ピンを有して上記保護環を上記プラズマ電位に高め、それにより、上記保護環は、上記プラズマ電位に実質的に等しい等電位領域を上記ワークピースおよび上記外側電極の間に確立することにより、上記ワークピースおよび上記外側電極の間の真空アーケを抑制するようにしたことを特徴とする静電チャック装置。

30 (10) R F 電力が、上記の少なくとも2つのアルミニウム電極に供給され該電極から上記ワークピースに結合され、且つ該R F 電力が上記保護環に容量結合され、そこから上記外側電極の半径より大きな半径部分のワークピース部分に容量結合されていることをさらに特徴とする、上記(9)に記載の静電チャック装置。

(11) 環状の誘電性電界形成環が、上記保護環から半径に沿って外側に向けて配置され、上記保護環の外側半径に実質的に等しい電界形状のための内側半径を有し、それにより、上記ワークピースが上記環状誘電性電界形成環と重なることをさらに特徴とする、上記(10)に記載の静電チャック装置。

(12) 上記アルミニウム電極の一方が環状を有し上記アルミニウム電極の他方の凹部の中で支持され、上記両電極がその間に少なくとも1つの界面を有し、R F 電力

13

が上記両電極に直接接続され、該R F電力が上記外側電極から上記保護環に容量結合され、上記両電極が、上記両電極の間の上記界面に隣接する半径方向に沿った領域にあって十分な厚みを持つ環状の絶縁性部材によって分離されていることをさらに特徴とする、上記(11)に記載の静電チャック装置。

## 【0030】

【発明の効果】従来技術には、引きつけ合う電極間にA C励振を使用して電界を繰り返しそれに戻し、移動イオンによる誘電体の分極を防ぎ、電流を切ってもクランプ力が持続するという問題を軽減する装置があった。本発明は、ウェーハの上のプラズマにより誘導された自己バイアス電位の近くで導電性の保護環を介在させ、ウェーハと、そのウェーハに最も近い電極との間に等電位領域を画定し、その電極とウェーハとの間の電圧を容量分割し、静電チャックが、プロセス中のウェーハの背面と静電チャック本体との間に真空アーケが形成されるのを抑制できるようにしたものである。これにより、真空環境で、DC電位の静電引力によりワークピースを保持する静電チャック装置を構成するものである。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明実施例の斜視図。

【図2】図1で示した本発明実施例の1部の断面図。

【図3】本発明で使用する電源の略回路図。

【図4】図3で示した電源をバイアスする方法を示す略回路図。

【図5】本発明の別の実施例の断面図。

【図6】本発明のまた別の実施例の断面図。

【図7】本発明で使用するR F結合回路。

## 【符号の説明】

50

軸

100

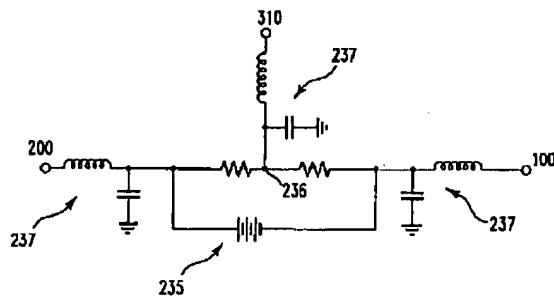
環状電極

\*

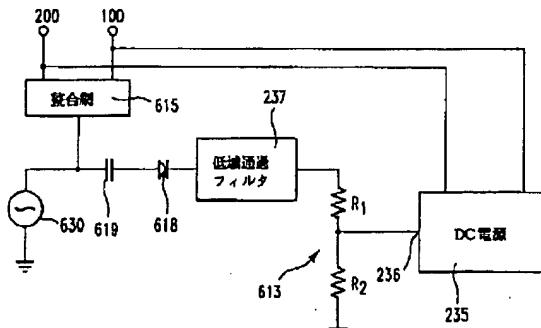
* 102, 202	
110, 210	
111	
105, 205	
155, 255	
200	
220	
222	
230	
10 235, 635	
237	
250	
260	
262	
265	
270	
300	
302	
310	
20 極	
515	
600	
602	
610, 620	
電力配給装置	
613	
615	
618	
619	
30 630	
635	

絶縁体	
頂面	
絶縁環	
外側表面	
垂直表面	
基部電極	
環状の縁	
電極200の角	
開口	
DC電源	
低域通過フィルタ	
中央ハブ	
浮動基部	
感知ピン	
浮動保護環	
電極凹部	
誘電性環	
電界形成環	
導電性要素または感知電	
環状通路即ちガス配給溝	
ウェーハ	
ウェーハの角	
インピーダンス整合及び	
抵抗鎖	
整合網	
ダイオード	
結合キャバシタ	
ゼネレータ	
DC電源	

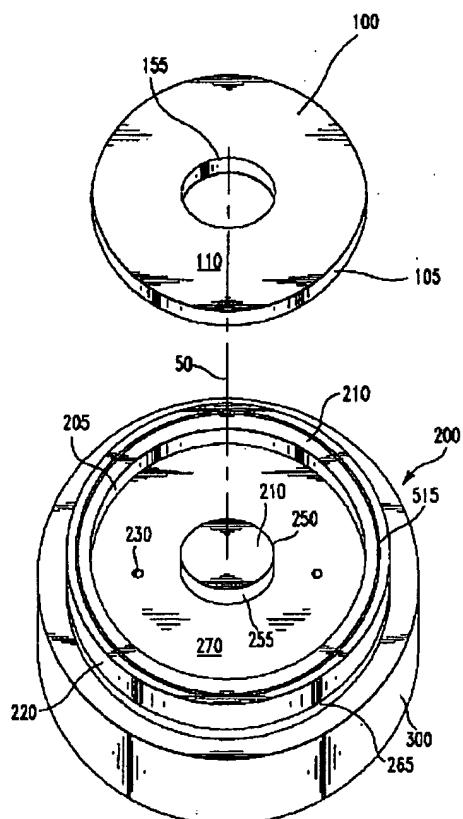
【図3】



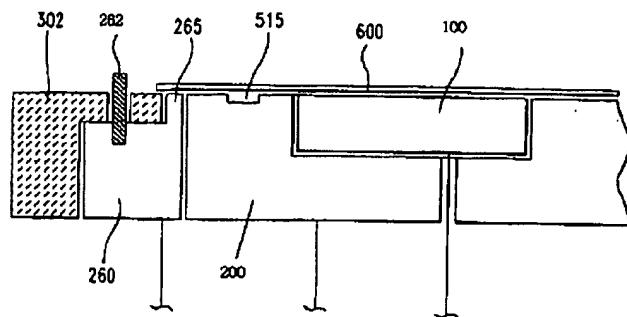
【図4】



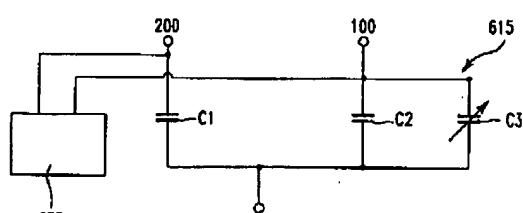
【図1】



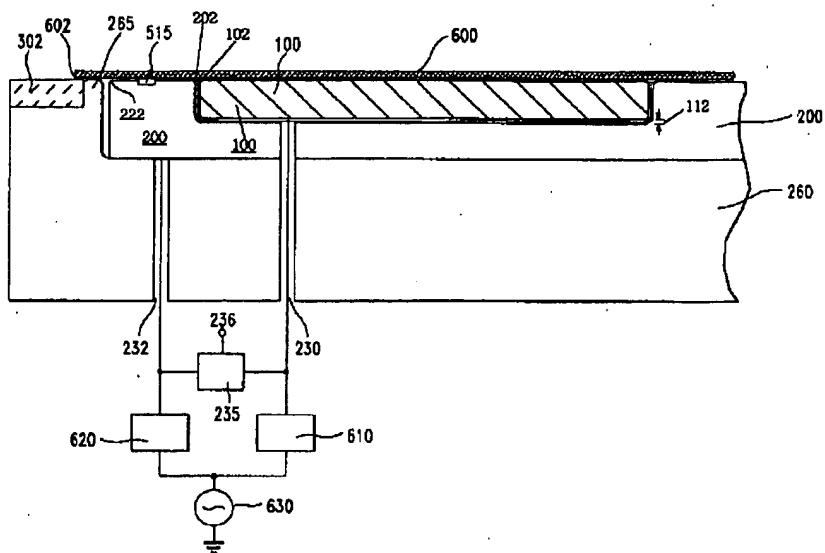
【図5】



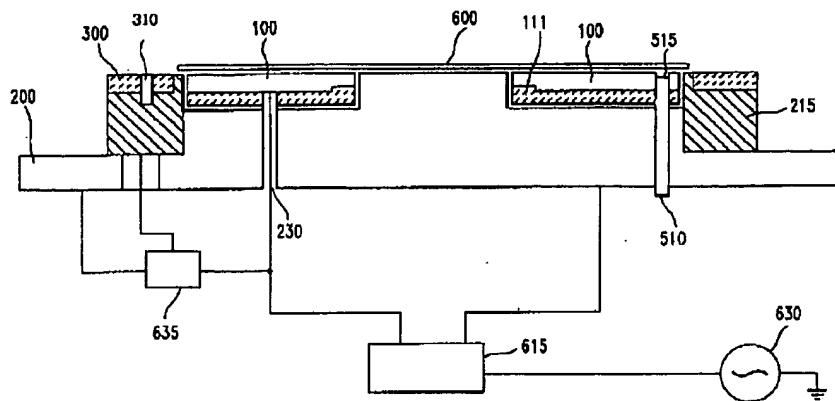
【図7】



【図2】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 ジョン・ハワード・ケラー  
アメリカ合衆国12550ニューヨーク州ニューバーグ、オデル・サークル 28ビー  
(72)発明者 ジョセフ・スキナー・ローガン  
アメリカ合衆国02835ロードアイランド州  
ジェームズタウン、シーサイド・ドライブ  
149

(72)発明者 ロバート・イーライ・トムキン  
アメリカ合衆国12569ニューヨーク州ブレザント・バレー、ホワイトフォード・ドライブ 243  
(72)発明者 ロバート・ビーター・ウェストフィールド、ジュニア  
アメリカ合衆国12549ニューヨーク州モンゴメリ、ワシントン・アベニュー 90